

# Statistische Physik

## Übungsblatt 7

Vorlesung: Prof. Dr. Otfried Gühne

Übungen: Sönke Niekamp, Dr. Matthias Kleinmann, Do 8–10, Raum: D120

Abgabe: Di, 31. Mai 2011

1. **Hochrelativistisches Gas** (3 Punkte)

Wir machen die gleichen Annahmen wie beim idealen Gas, vernachlässigen jedoch die Masse der Teilchen,  $m_0 c \ll \|\vec{p}\|$ . Berechnen Sie die Zustandssumme, innere Energie, Zustandsgleichung, Entropie sowie die Wärmekapazitäten  $C_p$  und  $C_V$  für ein solches Gas.

2. **Doppler-Verbreiterung** (2 Punkte)

Die Atome eines (transparenten) idealen Gases mit Temperatur  $T$  und Druck  $p$  emittieren Licht. Für ein ruhendes Atom ist die emittierte Wellenlänge exakt  $\lambda_0$ . Berechnen sie die beobachtete Intensität  $I(\lambda)$ .

3. **Klassische Kette mit nächster-Nachbar-Wechselwirkung** (3 Punkte)

Wir betrachten eine Kette von  $N$  gleichen Teilchen der Masse  $m$ , die nur mit ihren nächsten Nachbarn wechselwirken. Wir nehmen periodische Randbedingungen an, d. h. wir schließen die Kette zu einem Ring der Länge  $L$ . Das Potential ist also von der Form

$$V(x_1, \dots, x_N) = \sum_{i=1}^N V_2(|x_{i+1} - x_i|),$$

wobei  $x_{N+1} \equiv x_1 + L$ .

(a) Zeigen Sie, dass der Konfigurationsanteil der klassischen kanonischen Zustandssumme

$$Z_{\text{pot}}^{\text{cl}} = \frac{1}{L^N} \int \frac{dk}{2\pi} e^{-ikL} \left( \int dr e^{ikr} e^{-\beta V_2(r)} \right)^N$$

ist.

(b) Bestimmen Sie für den Fall der harmonischen Kette  $V_2(r) = \frac{m\omega^2}{2}(r - a)^2$  freie Energie, Zustandsgleichung und innere Energie.

4. **Gas im Potential\***

(a) Berechnen Sie die ortsabhängige Teilchendichte  $n(\vec{x})$  eines idealen Gases in einem allgemeinen externen Potential  $\Phi(\vec{x})$ .

(b) Geben Sie den Druck  $p(\vec{x})$  für den speziellen Fall eines linearen Potentials  $\Phi(\vec{x}) = \vec{\varphi} \cdot \vec{x}$  an ( $\vec{\varphi}$  ist ein konstanter Vektor).